

**STUDI PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION  
TEMBAGA TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA  
ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA MENGGUNAKAN  
ANODA SCRAP TEMBAGA**

**JURNAL ILMIAH**

**NAUFAL DHIYA ULHAQ**

**123.18.001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
JULI 2022**

**STUDI PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION  
TEMBAGA TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA  
ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA MENGGUNAKAN  
ANODA SCRAP TEMBAGA**

**JURNAL ILMIAH**

**NAUFAL DHIYA ULHAQ**

**123.18.001**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sains Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 6 Juli 2022

**Dosen Pembimbing 1**



**Dr. Soleh Wahyudi, S.T., M.T.**

**NIDN. 0410017105**

# STUDI PENGARUH RAPAT ARUS DAN KONSENTRASI ION TEMBAGA TERHADAP EFISIENSI ARUS PADA ELEKTROLISIS SERBUK TEMBAGA MENGGUNAKAN ANODA SCRAP TEMBAGA

Naufal Dhiya Ulhaq<sup>[1]</sup>, Dr. Soleh Wahyudi, S.T., M.T.<sup>[2]</sup>  
Program Studi Teknik Metalurgi, Institut Teknologi Sains Bandung  
Email: [naufalulhaqhaq@gmail.com](mailto:naufalulhaqhaq@gmail.com)<sup>[1]</sup>

## ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk sintesis serbuk tembaga dengan metode elektrolisis dengan menggunakan *scrap* tembaga sebagai bahan anoda. *Scrap* tembaga yang digunakan adalah jenis pipa merah. Parameter elektrolisis yang diteliti adalah pengaruh rapat arus dan konsentrasi tembaga terhadap efisiensi arus.

Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas proses elektrolisis dan proses pengeringan serbuk tembaga. Proses elektrolisis dilakukan dalam sebuah wadah plastik berukuran 1 liter menggunakan bahan anoda berupa *scrap* tembaga jenis pipa merah yang didapatkan dari salah satu perusahaan impor *scrap* tembaga di Cikarang, sedangkan bahan katodanya menggunakan plat stainless steel 316L. Proses elektrolisis berlangsung pada suhu ruangan ( $25^{\circ}$ - $27^{\circ}$ C) selama 10 menit dengan variasi rapat arus adalah 0,05; 0,125; 0,2; 0,275 A/cm<sup>2</sup> dan variasi konsentrasi ion tembaga dalam larutan adalah 0.02; 0.11; 0.2; 0.29 (M). Serbuk tembaga yang menempel pada permukaan katoda kemudian dipanen (*scrapping*) dengan menggunakan *small brush* lalu dikeringkan dalam oven. Serbuk tembaga yang telah kering kemudian ditimbang lalu dihitung efisiensi arusnya. Pada serbuk yang memiliki efisiensi arus terendah dan tertinggi kemudian diuji Particle Size Analyzer (PSA) untuk mengetahui ukuran serbuknya, Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui bentuk morfologi serbuk, Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDX) untuk mengetahui komposisi unsur serbuk tembaga dan XRay Diffraction (XRD) untuk mengetahui fasa yang terbentuk.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi arus terendah sebesar 9.45% tercapai pada kondisi rapat arus 0.2 A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi ion tembaga 0.02 M, sedangkan efisiensi arus tertinggi sebesar 98.83% tercapai pada kondisi rapat arus 0.275A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi ion tembaga 0.29 M. Karakteristik serbuk tembaga pada efisiensi terendah adalah memiliki morfologi rounded dan ukuran partikel rata-rata 54.94 mikron. Sedangkan karakteristik serbuk tembaga pada efisiensi tertinggi adalah memiliki morfologi dendritik dan ukuran partikel 200.6 mikron. Senyawa serbuk tembaga jika dikeringkan pada suhu 100°C lebih dominan Cu<sub>2</sub>O namun jika dikeringkan pada suhu 350°C mulai terdapat senyawa CuO yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan pengeringan serbuk tembaga pada suhu 100°C.

Kata Kunci: Serbuk Tembaga, Elektrolisis, *Scrap* Tembaga , Efisiensi Arus.

## I. PENDAHULUAN

Serbuk tembaga dapat terbentuk melalui proses elektrolisis dalam larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang dialiri arus listrik melewati rangkaian rectifier pada kutub positif dan kutub negatif yang terhubung dengan batang penjepit anoda dan katoda, sehingga ada pertukaran ion dan evolusi gas hidrogen yang terbentuk. Serbuk tembaga akan menempel dari larutan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ke katoda karena hadirnya gas hidrogen pada reaksi elektrolisis (Mubarak et al., 2017).

Di Indonesia terdapat limbah padat *air conditioner* jenis pipa merah. *Scrap* jenis ini akan digunakan sebagai anoda pada proses sintesis serbuk tembaga. Pada percobaan kali ini diharapkan serbuk tembaga yang dihasilkan memiliki morfologi serbuk berbentuk dendritik dan ukuran dari serbuk maksimal 74 $\mu\text{m}$ . Variasi rapat arus dan konsentrasi  $[\text{Cu}]$  dalam larutan digunakan untuk mengetahui pengaruh terhadap efisiensi arus yang dihasilkan. Variasi dari temperatur pengeringan serbuk memiliki pengaruh terhadap hasil senyawa atau unsur berupa  $\text{CuO}$  dan  $\text{Cu}_2\text{O}$  yang terdapat pada serbuk.

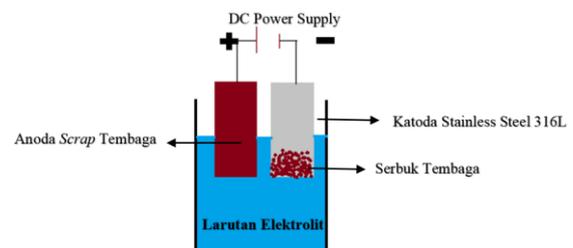
## II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap awal yaitu karakterisasi *scrap* pipa merah melalui pengujian SEM-EDX. *Scrap* ini akan digunakan untuk proses elektrolisis apabila terdapat Cu

sebesar 98%. Pada proses elektrolisis ini, material anoda yang digunakan berupa pipa merah dan material katoda *stainless steel 316* yang telah dipreparasi. Katoda dan anoda yang digunakan memiliki ukuran 7 x 2.5cm.

### 2.1 Proses Sintesis Serbuk Tembaga

Metode elektrolisis merupakan metode untuk sintesis serbuk tembaga pada larutan elektrolit yang dialiri arus listrik melalui rangkaian rectifier. Arus listrik disambungkan melalui instalasi alat dan bahan yang terhubung satu sama lain pada sel elektrolisis. Alat yang digunakan yaitu tanki elektrolisis, tembaga busbar, batang penjepit anoda dan katoda, *stopwatch*, dll. Pada rangkaian sel elektrolisis, anoda *scrap* tembaga yang disambungkan dengan kutub positif pada rectifier, sedangkan katoda *stainless steel 316L* 1 sisi disambungkan dengan kutub negatif. Sel elektrolisis untuk sintesis serbuk tembaga disajikan pada **Gambar 2.1**.



**Gambar 2.1** Sel Elektrolisis Serbuk Tembaga

Mekanisme terbentuknya serbuk tembaga melalui proses elektrolisis di sel elektrolisis pada larutan elektrolit yang dialiri arus listrik. Reaksi yang terjadi yaitu

ion  $\text{Cu}^{2+}$  akan menuju ke katoda. Hal ini dapat terjadi karena evolusi gas hidrogen pada permukaan katoda. Pada katoda terjadi reaksi reduksi dengan rumus kimia  $\text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$ . Sedangkan di anoda terjadi reaksi oksidasi dengan rumus kimia  $\text{Cu} (\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + 2\text{e}$ . Reaksi kimia secara keseluruhan  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$ . Untuk menentukan nilai dari efisiensi arus, digunakan perhitungan hukum faraday dan efisiensi arus. Banyaknya endapan serbuk tembaga yang terbentuk pada katoda, ditentukan oleh besarnya arus listrik yang digunakan. Semakin tinggi rapat arus dan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  maka semakin banyak berat endapan serbuk yang dihasilkan.

Terdapat 4 variasi konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dan 4 variasi rapat arus. Konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang divariasikan yaitu 5, 27.5, 50 dan 72.5 gr/lit. Sedangkan rapat arus yang digunakan yaitu 0.05, 0.125, 0.2, 0.275  $\text{A}/\text{cm}^2$ . Elektrolisis dilakukan pada suhu atmosfer ruangan Kota Cimahi – Jawa Barat ( $25\text{-}27^\circ\text{C}$ ). Waktu elektrolisis serbuk tembaga pada masing-masing kondisi larutan selama 10 menit. Setelah itu serbuk dipanen menggunakan *brush* secara teliti dan hati-hati agar tidak ada serbuk tembaga yang terbuang, lalu serbuk dikeringkan, sedangkan katoda dan anoda dibersihkan untuk proses elektrolisis selanjutnya. Serbuk tembaga ditimbang

lalu diayak kering menggunakan ayakan 74 $\mu\text{m}$  / 200 mesh. Sampel serbuk tembaga yang dihasilkan, beberapa diantaranya diuji menggunakan *SEM-EDX*, *PSA*, *XRD*.



**Gambar 2.2** Proses Elektrolisis Serbuk Tembaga

## 2.2 Pengujian Sampel

### 2.2.1 Pengujian SEM-EDX

*Scanning Electron Microscope (SEM) & Energy Dispersive X-ray (EDX)* adalah alat yang dapat digunakan untuk analisis kuantitatif dan kualitatif elemen yang didasarkan pada analisis spektral radiasi sinar-X karakteristik yang dipancarkan dari atom sampel pada iradiasi dengan berkas elektron yang difokuskan dari SEM (Julinawati et al., 2015).

Sampel anoda *scrap* tembaga pipa merah dilakukan uji SEM-EDX dengan perbesaran 100x di Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN BANDUNG).

Sedangkan serbuk tembaga yang dihasilkan dilakukan uji di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi Institut Teknologi Bandung (PPNN-ITB) atau Nano Center ITB dengan menggunakan alat SEM HITACHI tipe SU3500 dengan perbesaran 100x dan 1000x untuk mengetahui morfologi serbuk serta kandungan unsurnya. Hasil daripada morfologi serbuk tembaga yaitu memiliki bentuk dendritik.

### 2.2.2 Pengujian PSA

Pengujian PSA dilakukan untuk mengetahui ukuran dari partikel serbuk tembaga yang dihasilkan. Sampel diuji di Laboratorium Sentral Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi – Universitas Padjadjaran (UNPAD). Pengujian PSA ini menggunakan alat dengan tipe Beckman Coulter LS 13 320 dan optical model Fraunhofer.

### 2.2.3 Pengujian XRD

*X-ray diffraction (XRD)* merupakan salah satu metode karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. XRD dilakukan untuk menganalisis struktur Kristal dan senyawa kimia pada serbuk tembaga yang telah dikeringkan pada suhu 100°C dan 350°C. Pengujian XRD ini dilakukan di Laboratorium Hidrogeologi & Hidrokimia Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi

Bandung (FTTM - ITB) menggunakan alat dengan jenis *X-Ray Diffractometer (XRD) Bruker D8 Advance*.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Serbuk Tembaga Yang Dihasilkan

Serbuk tembaga merupakan produk yang dihasilkan dari proses elektrolisis. Namun pada katoda, terdapat perbedaan jumlah (ketebalan endapan serbuk tembaga) yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi dari penggunaan rapat arus dan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang berbeda. Apabila rapat arus dan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang rendah akan menghasilkan endapan serbuk tembaga dalam jumlah sedikit, sedangkan rapat arus dan  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang tinggi akan menghasilkan endapan serbuk tembaga dalam jumlah banyak. Disajikan **Gambar 3.1** yaitu endapan serbuk tembaga pada rapat arus 0.05 A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi ion tembaga 0.02 M. Pada **Gambar 3.2** serbuk tembaga yang dihasilkan memiliki ukuran lolos *screening* 74um.



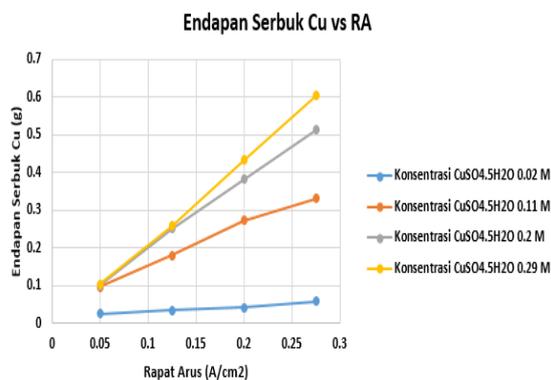
**Gambar 3.1** Endapan Serbuk Tembaga



Gambar 3.2 Serbuk Tembaga Lolos 74um

### 3.2. Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Efisiensi Arus

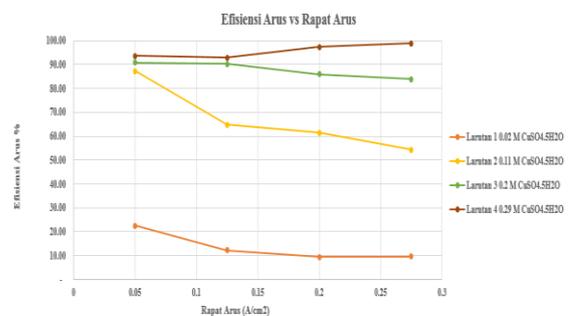
Semakin tinggi rapat arus 0.05, 0.125, 0.2, 0.275 A/cm<sup>2</sup> yang digunakan pada percobaan maka endapan serbuk tembaga yang dihasilkan juga semakin banyak. Ketebalan dari endapan serbuk tembaga akan semakin tebal dan berat dari endapan bertambah bila rapat arus yang digunakan semakin tinggi. Hal ini berkorelasi dengan perhitungan efisiensi arus menggunakan hukum faraday. Pada Gambar 3.3 adalah gambar grafik endapan serbuk tembaga terhadap rapat arus.



Gambar 3.3 Endapan Serbuk Tembaga Terhadap Rapat Arus

Variasi rapat arus yang digunakan dalam satuan A/cm<sup>2</sup> antara lain 0.05, 0.125, 0.2, dan 0.275. Rapat arus dikonversikan menjadi arus agar dapat memudahkan perhitungan dengan rumus faraday. Nilai dari rapat arus yang diaplikasikan semakin tinggi, namun efisiensi arus yang dihasilkan cenderung semakin rendah. Terdapat juga peristiwa gelembung gas hidrogen timbul dalam jumlah sedikit apabila rapat arus yang digunakan cenderung semakin tinggi. Terjadi hal sebaliknya bila rapat arus yang digunakan cenderung rendah, maka gelembung gas hidrogen timbul dalam jumlah yang banyak.

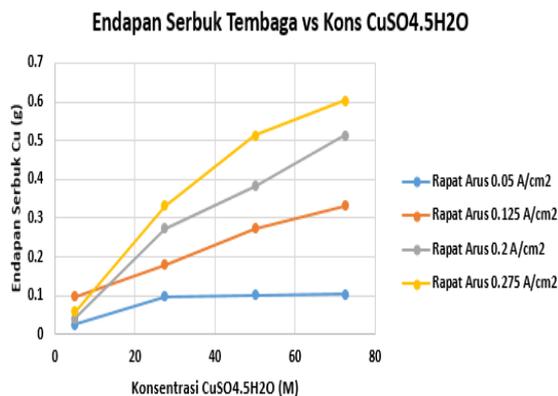
Kondisi percobaan pada rapat arus yang tinggi dengan menggunakan larutan dengan kadar Cu yang tinggi, didapatkan hasil efisiensi arus yang tinggi. Rapat arus yang digunakan yaitu 0.2 dan 0.275 A/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kadar Cu yang digunakan yaitu 72.5 gr/lit. Pada kondisi ini dicapai efisiensi arus tertinggi dengan nilai 97.41% dan 98.83%.



Gambar 3.4 Grafik Rapat Arus Terhadap Efisiensi Arus

### 3.3. Pengaruh Variasi Konsentrasi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Terhadap Efisiensi Arus

Kondisi percobaan pada konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  0.02; 0.11; 0.2; 0.29 M, semakin tinggi digunakannya konsentrasi maka semakin tinggi endapan serbuk tembaga yang dihasilkan. Peristiwa ini dapat dilihat pada saat *scrapping* serbuk tembaga. Ketebalan dari endapan serbuk tembaga akan semakin tebal bila rapat arus dan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan semakin tinggi.

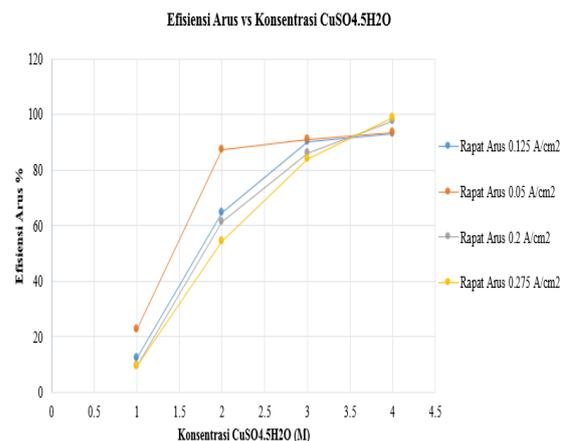


Gambar 3.5 Endapan Serbuk Tembaga Terhadap Konsentrasi Ion Tembaga

Pembahasan mengenai pengaruh variasi konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  dalam satuan gr/l terhadap efisiensi arus menjadi topik utama dalam penelitian tugas akhir ini. Melalui Gambar 3.5 akan diamati *trendline* dari hasil percobaan sintesis serbuk tembaga dengan metode elektrolisis. Plot grafik pada Gambar 3.5 yaitu sumbu-x berupa variabel bebas dari percobaan ini

berupa konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  sedangkan sumbu-y berupa variabel terikat berupa efisiensi arus.

Pengaruh dari variasi konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang tinggi akan meningkatkan efisiensi arus, dalam kata lain semakin tinggi konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  maka semakin tinggi pula efisiensi arus yang didapatkan, begitupun sebaliknya ketika digunakan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  yang rendah. Peristiwa ini disebabkan karena adanya gas gelembung yang timbul pada permukaan katoda saat proses elektrolisis berlangsung. Gas gelembung ini merupakan gas hidrogen. Pada percobaan ini efisiensi arus yang tinggi ketika digunakan larutan 3 dan 4. Nilai dari hasil efisiensi arus pada larutan 3 dan 4 berkisar 83% s/d 98%.



Gambar 3.5 Grafik Konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  Terhadap Efisiensi Arus

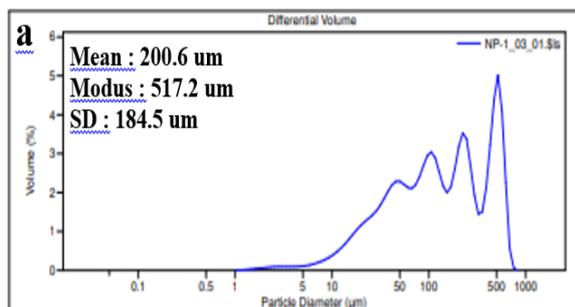
### 3.4. Karakteristik Serbuk Tembaga Pada Efisiensi Rendah dan Tinggi

Karakteristik pada serbuk tembaga dilakukan pengujian SEM dan PSA. Telah dilakukan pengujian *Particle Size Analyzer* 2 dari 16 hasil serbuk tembaga. Dua hasil tersebut berasal dari elektrolisis serbuk tembaga pada kondisi sampel NP-1 rapat arus  $0.275 \text{ A/cm}^2$  menggunakan larutan dengan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $0.29 \text{ M}$  dan NP-2 rapat arus  $0.125 \text{ A/cm}^2$  menggunakan larutan dengan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $0.11 \text{ M}$ .

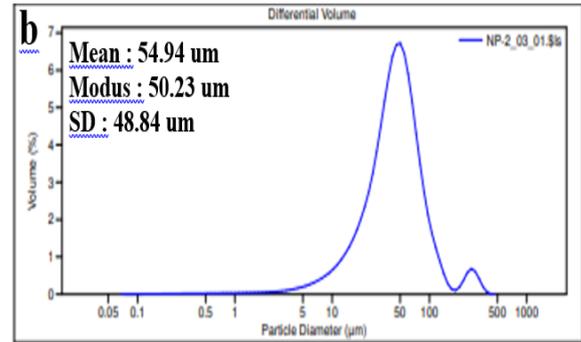
**Tabel 3.1** Ukuran Serbuk Tembaga

Sampel	Kondisi Serbuk ( $\mu\text{m}$ )	Rapat Arus ( $\text{A/cm}^2$ )	Efisiensi Arus %	Konsentrasi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ( $\text{gr/L}$ )	Ukuran Butiran ( $\mu\text{m}$ )		
					Mean	Median	SD
6	< 74	0,125	64,79	5	54,94	50,23	48,84
16	>74	0,275	98,83	72,5	200,6	517,2	184,5

Rapat arus tinggi dan kadar Cu dalam larutan tinggi akan menghasilkan ukuran serbuk yang besar, begitupun sebaliknya bila digunakan rapat arus dan konsentrasi ion tembaga rendah maka ukuran serbuk tembaga yang dihasilkan menjadi kecil.

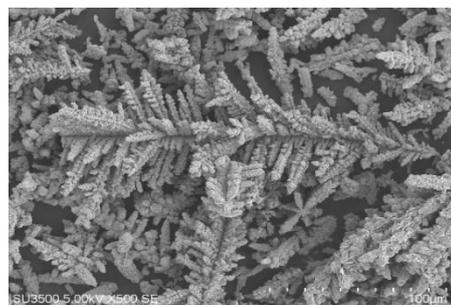


**Gambar 3.6** Hasil PSA Serbuk Tembaga Efisiensi Tinggi

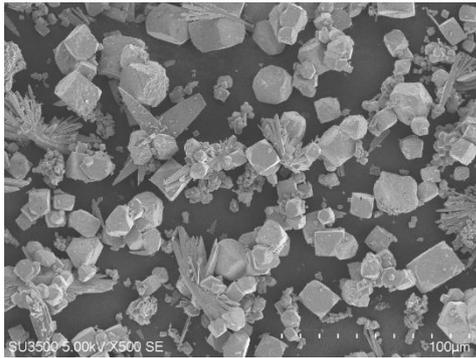


**Gambar 3.7** Hasil PSA Serbuk Tembaga Efisiensi Rendah

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dari serbuk tembaga yang dihasilkan. Morfologi dari kedua sampel serbuk tembaga ini memiliki struktur kristal namun berbeda bentuk. Pada efisiensi arus yang rendah cenderung berbentuk *rounded* sedangkan pada efisiensi arus yang tinggi berbentuk dendritik. Umumnya serbuk tembaga memiliki struktur dendritik. Kondisi operasional pada efisiensi rendah yaitu 9,45% dengan rapat arus  $0.2 \text{ A/cm}^2$  dan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $0.02 \text{ M}$ . Sedangkan pada efisiensi tinggi yaitu 98.83% dengan rapat arus  $0.275 \text{ A/cm}^2$  dan konsentrasi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $0.29 \text{ M}$ .



**Gambar 3.8** Hasil SEM Serbuk Tembaga Efisiensi Tinggi

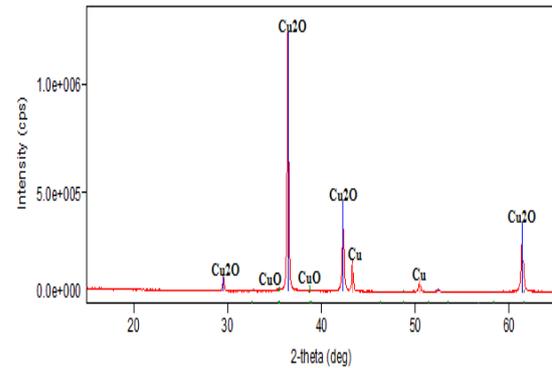


**Gambar 3.6** Hasil SEM Serbuk Tembaga Efisiensi Rendah

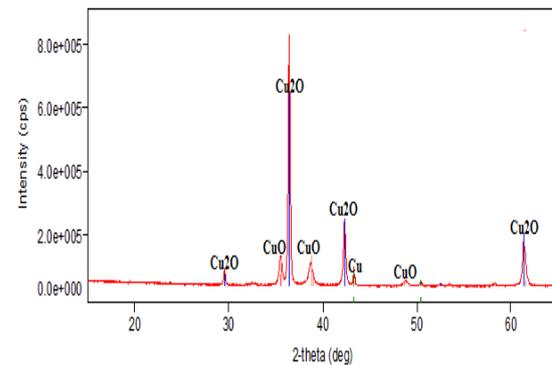
### 3.5. Pengaruh Suhu Pengeringan Pada Perubahan Senyawa Serbuk Tembaga

Sebagai data penunjang, dilakukan pengeringan serbuk tembaga pada temperatur 100°C dan 350°C. Terdapat 2 sampel serbuk tembaga NX-1 yang dikeringkan pada temperatur 100°C dan NX-3 dikeringkan pada temperatur 350°C.

Sampel NX-1 menunjukkan bahwa Cu<sub>2</sub>O lebih banyak dan dominan terbentuk daripada CuO. Hal ini terjadi karena reaksi oksidasi pada pengeringan suhu 100°C tidak terlalu cepat terjadi. Namun pada sampel NX-3 keberadaan Cu<sub>2</sub>O menurun seiring dengan bertambahnya temperatur pengeringan menjadi 350°C, maka senyawa CuO yang terbentuk semakin dominan dan Cu<sub>2</sub>O semakin sedikit. Dapat dilihat pada **Gambar 3.7 & Gambar 3.8** terlihat perbedaan pada *peak* di grafik hasil XRD pada sampel NX-1 dan NX-3.



**Gambar 3.3** Hasil XRD Sampel NX-1



**Gambar 3.4** Hasil XRD Sampel NX-3

## IV. KESIMPULAN

1. Penelitian ini telah menghasilkan serbuk tembaga dengan metode elektrolisis menggunakan anoda scrap pipa merah.
2. Efisiensi arus meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ion tembaga dan menurunnya rapat arus.
3. Efisiensi arus tertinggi sebesar 98.83% diperoleh pada kondisi rapat arus 0.275 A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi ion tembaga 0.29 M. Sedangkan efisiensi arus terendah sebesar 9.45% diperoleh pada

- kondisi rapat arus 0.2 A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi ion tembaga 0.02 M.
4. Karakteristik serbuk tembaga pada efisiensi tertinggi 98.83% memiliki morfologi serbuk berbentuk dendritik. Sedangkan pada efisiensi 9.45%, serbuk tembaga memiliki karakteristik morfologi serbuk berbentuk rounded.
  5. Serbuk tembaga dengan ukuran partikel kurang dari 74 mikron dapat dihasilkan pada rapat arus 0.125 A/cm<sup>2</sup> dan konsentrasi ion tembaga 0.11 M.
  6. Serbuk tembaga jika dikeringkan dalam atmosfer udara akan teroksidasi dan dominan membentuk senyawa Cu<sub>2</sub>O (*cuprite*) pada suhu pengeringan 100°C lalu mulai terbentuk dan terdapat senyawa CuO pada saat suhu pengeringan digunakan 350°C.

## V. SARAN

1. Perlu dilakukan sintesis serbuk tembaga menggunakan jenis anoda *scrap* tembaga lain, guna untuk mengurangi jumlah limbah dan meningkatkan nilai tambah.
2. Perlu divariasikan waktu untuk sintesis serbuk tembaga dengan metode elektrolisis.

3. Perlu penelitian sintesis serbuk tembaga lebih lanjut dalam skala *pilot plant* agar *scrap* tembaga dapat diolah kembali dan dikembangkan menjadi produk serbuk tembaga dalam negeri.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Fidyarningsih, R., Pravitasari, R. D., Aprilia, L., & Purwati, H. (2015). Pembuatan Serbuk Tembaga Berukuran Di Bawah 1 Mikron Dengan Metode Elektrolisis Snf2015-Vii-127 Snf2015-Vii-128. *E-Proceeding Of Engineering, Iv*(January), 127–132.
2. Hurin, F. R., Studi, P., Metalurgi, T., Teknik, F., & Desain, D. A. N. (2019). *Pengaruh Penambahan Aditif Tiourea Terhadap Komposisi Oksigen Pada Sintesis Serbuk Tembaga Dengan Metode Elektrolisis Tugas Akhir*.
3. Julinawati, J., Marlina, M., Nasution, R., & Sheilatina, S. (2015). Applying Sem-Edx Techniques To Identifying The Types Of Mineral Of Jades (Giok) Takengon, Aceh. *Jurnal Natural Unsyiah, 15*(2), 116128.
4. Maghfury, T. I. (2020). *Analisis X-Ray Diffraction (Xrd)*.
5. Mubarok, M. Z., Nugroho, L., & Wahyudi, S. (2017). Sintesis

- Serbuk Tembaga Dengan Metode Elektrolisis : Studi Perilaku Elektrokimia Dan Karakterisasi Serbuk. *Jurnal Teknik, November*, 623–632.
6. Panca, A. (2020). Info Terbaru Harga Kopra Per Kg. *Harga.Web.Id*, 1–9. <https://Harga.Web.Id/Info-Terbaru-Harga-Kopra-Per-Kg.Info>
  7. Sopiah, S. (2008a). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Elektrolisis Larutan  $Cuso_4$  Sebagai Bahan Kajian Dalam Pembuatan Modul Praktikum Dan Pembelajaran Elektronik*. Institut Teknologi Bandung.
  8. Sopiah, S. (2008b). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Elektrolisis Larutan  $Cuso_4$  Sebagai Bahan Kajian Dalam Pembuatan Modul Praktikum Dan Pembelajaran Elektronik*. Institut Teknologi Bandung.
  9. Suherman, I. (2014). *Perkembangan Industri Tembaga Global Sebagai Masukan Untuk Pengembangan Industri Tembaga Nasional. November 2014*. <https://www.researchgate.net/publication/324833909>
  10. Wahyudi, S. (2021). *Sintesis Serbuk Nano Tembaga Dengan Metoda Pulse Current Electrolysis Dan Pemodelan Numerik Ukuran Butiran*. Institut Teknologi Bandung.